

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Juli 2004 (08.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/057741 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H02K 55/04**, 3/46

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FRANK, Michael** [DE/DE]; Erlanger Strasse 27c, 91080 Uttenreuth (DE). **KÜHN, Adolf** [DE/DE]; Wiesenstr. 33, 90552 Röthenbach (DE). **MASSEK, Peter** [DE/DE]; Berliner Str. 11, 91301 Forchheim (DE). **VAN HASSELT, Peter** [DE/DE]; Tennenloher Str. 40, 91058 Erlangen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003858

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(22) Internationales Anmelde datum:
21. November 2003 (21.11.2003)

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

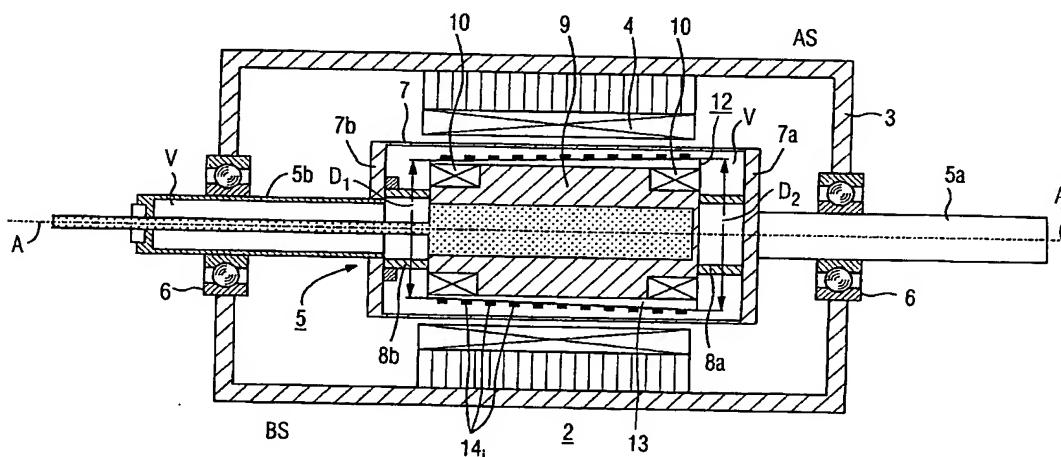
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(30) Angaben zur Priorität:
102 59 822.3 19. Dezember 2002 (19.12.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(54) Title: ELECTRIC MACHINE COMPRISING A WRAPPED COIL THAT IS TO BE DEEP-FROZEN

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHE MASCHINE MIT BANDAGIERTER, TIEFZUKÜHLENDE WICKLUNG



(57) Abstract: Disclosed is a machine (2) comprising a rotor (5) that is rotatable about an axis of rotation (A) and an especially superconducting coil (10) which is to be chilled to a low temperature and is enveloped by a fixing means (12) that is provided with a bandage (13). The outer contour of said bandage (13, 15) of the fixing means (12) increases from a smaller external diameter (D_1 , D_1') to a larger external diameter (D_2) in the axial direction, the bandage (13, 15) being surrounded in a positive manner by several securing rings (14_i) which are arranged one behind another and the internal diameter of which is adapted to the respective external diameter of the outer contour.

WO 2004/057741 A1

(57) Zusammenfassung: Die Maschine (2) mit einem um eine Rotationsachse (A) drehba-ren Läufer (5) enthält eine auf Tieftemperatur zu kühlende, insbesondere supraleitende Wicklung (10), die von einem Fixierungsmittel (12) mit einer Bandage (13) umhüllt ist. Dabei soll das Fixierungsmittel (12) in axialer Richtung gesehen eine sich von einem kleineren (D_1 , D_1') auf einen größeren Außendurchmesser (D_2) erweiternde Außenkontur seiner Bandage (13, 15) aufweisen, die von mehreren hintereinander angeordneten Sicherungsringen (14_i) mit jeweils dem Außendurchmesser der Außenkontur angepasstem Innendurchmesser kraftschlüssig umgeben ist.



Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Elektrische Maschine mit bandagierter, tiefzukühlender Wicklung

5

Die Erfindung bezieht sich auf eine elektrische Maschine mit einem um eine Rotationsachse drehbaren Läufer, der eine auf Tieftemperatur zu kühlende, insbesondere supraleitende Wicklung enthält, die von einem Fixierungsmittel mit einer Bandage umhüllt ist. Ein Läufer einer entsprechenden Maschine ist aus der DE 199 43 783 A1 zu entnehmen.

Zwei- oder mehrpolige Wicklungen elektrischer Maschinen können gleichmäßig am Außenumfang eines Wicklungsträger bzw.

15 eines sogenannten Polkerns um eine gemeinsame Achse angeordnet und von Gleichstrom mit abwechselndem Stromumlauf Sinn durchflossen werden. Diese Wicklungen können dabei auf der Außenseite des Wicklungsträgers aufgebracht oder in nutenartigen Aussparungen untergebracht sein.

20

Eine entsprechende elektrische Maschine mit einem solchen mehrpoligen Wicklungsaufbau ist der EP 0 805 545 A1 zu entnehmen. Jeder Einzelpol dieser Maschine ist durch eine Teilwicklung vom Rennbahntyp erzeugt, deren supraleitende Leiter 25 um einen Eisenkern gewickelt sind und sich in einem eigenen Kryostaten befinden. Als Supraleitermaterial für die Leiter ist insbesondere Nb₃Sn vorgesehen.

Seit 1987 sind metallocidische Supraleitermaterialien bekannt 30 geworden, die Sprungtemperaturen von über 77 K aufweisen und deshalb auch als Hoch-T_c-Supraleitermaterialien oder HTS-Materialien bezeichnet werden. Man versucht deshalb, entsprechende Wicklungen auch mit solchen Leitern zu erstellen. Es zeigt sich jedoch, dass bisher bekannte HTS-Leiter nur eine 35 verhältnismäßig geringe Stromtragfähigkeit in Magnetfeldern mit Induktionen im Tesla-Bereich besitzen, wie sie bei elektrischen Maschinen auftreten können. Dies macht es erforder-

lich, dass aus solchen Leitern erstellte Wicklungen trotz der verhältnismäßig hohen Sprungtemperaturen ihrer Leiter dennoch auf einem unterhalb von 77 K liegenden Temperaturniveau gehalten werden müssen.

5

Aus der eingangs genannten DE 199 43 783 A1-Schrift ist ein Läufer mit einer entsprechenden mehrpoligen Wicklung unter Verwendung entsprechender HTS-Leiter zu entnehmen. Dieser Läufer weist einen Wicklungsträger mit jeweils um 90° in Umfangsrichtung versetzt angeordneten Teilspulen auf, die die vier Einzelpole des Läufers bilden. Die Teilspulen bestehen dabei jeweils aus einem Stapel von ebenen Spulenelementen vom Rennbahntyp, wobei jedes Spulenelement aus bandförmigen HTS-Leitern erstellt ist. Die Teilspulen sind dabei so angeordnet, dass ihre Außenkonturen an eine gemeinsame Zylindermantelfläche des Trägerkörpers bzw. Polkerns zumindest weitgehend angepasst sind.

Entsprechende HTS-Läuferwicklungen werden vorteilhaft so erstellt, dass ihre Spulen zunächst vorgefertigt und dann geprüft werden. Diese unter Umständen schon zu größeren Einheiten kombinierten Spulen oder Spulenpakete werden anschließend auf die Pole des sie tragenden Läuferkörpers montiert. Im Betrieb sind sie erheblichen Fliehkräften auf Grund von Rotation sowie magnetischen Kräften ausgesetzt. Diese Kräfte versuchen, die Spulen nach außen zu ziehen. Da eine Bewegung der Wicklung und insbesondere des supraleitenden Materials unerwünscht ist, muss eine geeignete Fixierung erfolgen. Gemäß der eingangs genannten US-A-Schrift kann als entsprechendes Fixierungsmittel ein Hüllrohr oder eine Bandage aus einem glasfaserverstärkten Kunststoff vorgesehen sein. Bei großen Kräften reicht jedoch die Festigkeit und Steifigkeit des faserverstärkten Kunststoffmaterials im Allgemeinen nicht mehr aus, so dass dann üblicherweise Hüllrohre (vgl. US 4 060 743 A.) oder Hüllrohrstücke bzw. -ringe (vgl. DE 32 12 416 A1) aus Metall als Fixierungsmittel vorgesehen werden. Denn Metalle weisen in der Regel E-Module auf, die

ca. 5 bis 10 mal größer als der von faserverstärktem Kunststoff sind. Dabei ist für eine Ausbildung eines entsprechenden Metallmantels z.B. eine Umwicklung eines Spulenkörpers mit einem Stahlband analog zu einem Faserband bekannt (vgl.

- 5 WO 00/49703 A). Da aber ein Metallband im Gegensatz zu einem Faserwerkstoff schon während des Wickelns eine hohe Quersteifigkeit aufweist, ist eine derartige Metallbandage aufwendig in der Herstellung.
- 10 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, für die Maschine mit den eingangs genannten Merkmalen ein rohrförmiges, die Wicklung umhüllendes Fixierungsmittel anzugeben, das eine einfache und kostengünstige Herstellung des Fixierungsmittels erlaubt und dennoch die zufordernde hinreichende
15 mechanische Festigkeit zur Aufnahme der auftretenden Kräfte gewährleistet.

Diese Aufgabe wird für eine Maschine mit den eingangs genannten Merkmalen erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass

- 20 - das Fixierungsmittel in axialer Richtung gesehen eine sich von einem kleineren auf einen größeren Außendurchmesser erweiternde Außenkontur seiner Bandage aufweist und
- die Bandage von mehreren hintereinander angeordneten Sicherungsringen mit jeweils dem Außendurchmesser der Außenkontur angepasstem Innendurchmesser kraftschlüssig umgeben ist.
25

Bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Maschine wird also darauf verzichtet, die notwendige Gesamtsteifigkeit der Fixierungsmittel durch ein einziges Bauteil zu erreichen. Vielmehr ist vorgesehen, um die Wicklung (= Gesamtheit aller Wicklungsspulen), beispielsweise auf dem Polkern mit den einzelnen Spulen, eine faserverstärkte Kunststoffbandage aufzubringen. Deren Außenkontur ist zumindest im Bereich der Wicklung zumindest annähernd konisch gestaltet, wobei vorteilhaft an die Präzision dieses Konus' keine zu hohen Anforderungen

- zu stellen sind. Die auf diesen Konus zur mechanischen Verstärkung zusätzlich aufzubringenden Sicherungs- oder Stützringe bestehen nicht aus einem kompletten Zylinder, sondern aus einzelnen ringförmigen Elementen mit unterschiedlichen, 5 an den jeweiligen Ort ihrer Positionierung angepassten Innen-durchmessern. Auch diese Durchmesser müssen nicht besonders präzise eingehalten werden; es genügt, wenn sichergestellt ist, dass die Ringe im Durchmesser auf dem Konus an unter-schiedlichen Stellen zu liegen kommen. Dabei ist es auch 10 nicht erforderlich, dass die Sicherungs- oder Stützringe bün-dig aneinander liegen; sie können also, ähnlich wie die Me-tallreifen um ein Holzfass, auch untereinander in axialer Richtung beabstandet sein. Die genaue Größe dieses Abstandes hängt von der geforderten Steifigkeit der Wicklung in axialer 15 Richtung und der maximal zulässigen Aufweitung zwischen den einzelnen Ringen ab. Das Material und der Querschnitt der Ringe werden unter dem Gesichtspunkt der geforderten Stüt-zfunktion gewählt.
- 20 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Maschine nach der Erfindung gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor.

So kann der Läufer einen die Wicklung aufnehmenden Polkern aufweisen, der gegebenenfalls aus metallischem Material be-25 steht. Der Polkern kann zum einen zur magnetischen Flussfüh-rung herangezogen werden und zum anderen die mechanische Fi-xierung der Wicklung in Umfangsrichtung verbessern.

- 30 Vorteilhaft wird die Bandage aus einem faserverstärkten Kunststoffband erstellt, vorzugsweise gewickelt. Zu einer weiteren Verfestigung der Bandage kann vorteilhaft ein aus-härtbarer Kunststoff vorgesehen sein, der eine starre Rohr-form der Bandage gewährleistet.
- 35 Die Sicherungsringe können aus glasfaserverstärktem Kun-ststoff oder aus Metall bestehen. Sie sind als vorgefertigte Elemente kostengünstig zu erstellen.

Selbstverständlich ist es auch möglich, dass die Außenkontur der Bandage die Gestalt eines Doppel-Konus' mit sich jeweils nach den axialen Läuferseiten hin verjüngendem Außendurchmesser aufweist. Die zusätzlichen Stütz- oder Sicherungsringe werden dann jeweils von beiden Seiten her auf die Bandage aufgezogen.

Die Wicklung für die erfindungsgemäße Maschine ist aus bekannten, tiefzukühlenden Leitern in bekannter Weise zu erstellen. Vorteilhaft enthält die Wicklung Hoch-T_c-Supraleitermaterial, das insbesondere auf einem Temperaturniveau unter 77 K zu halten ist. Die Stromtragfähigkeit dieses Materials ist dementsprechend hoch.

15

Die Erfindung wird nachfolgend an Hand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels noch weiter erläutert, wobei auf die Zeichnung Bezug genommen wird. Dabei zeigen jeweils schematisch als Längsschnitt

20 deren Figur 1 eine Maschine mit erfindungsgemäßem Fixierungsmittel,

deren Figur 2 das erfindungsgemäß gestaltete Fixierungsmittel dieser Maschine

und

25 deren Figur 3 eine besondere Bandage eines Fixierungsmittels. In den Figuren sind sich entsprechende Teile mit denselben Bezugszeichen versehen.

Bei der nachfolgend angedeuteten Ausführungsform der Maschine kann es sich insbesondere um einen Synchron-Motor, einen Generator oder eine beliebige andere Maschine handeln. Dabei sind selbstverständlich spezielle Anwendungs- und Einsatzgebiete entsprechender Maschinen wie für hohe Drehzahlen, kompakte Antriebe z.B. von Schiffen und für sogenannte Off-Shore-Einrichtungen wie z.B. Bohrplattformen möglich.

Die erfindungsgemäße Maschine umfasst eine rotierende, tiefzukühlende Wicklung, für deren Leiter insbesondere auch Supraleiter in Frage kommen. Prinzipiell ist für solche Leiter eine Verwendung von metallischem LTS-Material (Niedrig T_c -Supraleitermaterial) oder insbesondere oxidischem HTS-Material (Hoch- T_c -Supraleitermaterial) möglich. Letzteres Material wie z.B. das $(Bi, Pb)_2Sr_2Ca_2Cu_3O_x$ sei für das nachfolgende Ausführungsbeispiel ausgewählt. Das Material kann aus Gründen einer hohen Stromtagfähigkeit im Betrieb deutlich unter seiner Sprungtemperatur T_c , beispielsweise auf 40 bis 50 K, gehalten werden. Die Wicklung kann aus einer einzigen Spule oder einem System von Spulen in einer 2-, 4- oder sonstigen mehrpoligen Anordnung bestehen. Der prinzipielle Aufbau einer solchen Maschine geht aus Figur 1 hervor, wobei von bekannten Ausführungsformen solcher Maschinen ausgegangen wird (vgl. z.B. den vorstehend genannten Stand der Technik oder die WO 02/50985 A).

Die allgemein mit 2 bezeichnete Maschine umfasst ein feststehendes, auf Raumtemperatur befindliches Maschinenaußengehäuse 3 mit einer Ständerwicklung 4 darin. Innerhalb dieses evakuierbaren Außengehäuses und von der Ständerwicklung umschlossen ist ein Läufer 5 drehbar um eine Rotationsachse A in Lagern 6 gelagert, dessen Läuferwelle auf der sogenannten Antriebsseite AS der Maschine einen in dem entsprechenden Lager gehaltenen, massiven axialen Läuferwellenteil 5a umfasst. Der Läufer 5 weist ein als Vakuumgefäß gestaltetes Außengehäuse 7 auf, in dem ein Wicklungsträger 9 oder Polkern mit einer HTS-Wicklung 10 gehaltert ist. Hierzu dient auf der Antriebsseite AS eine (erste), starre, rohrförmige Verbindungseinrichtung 8a zwischen dem Wicklungsträger 9 und einem scheibenförmigen, mit dem Läuferwellenteil 5a fest verbundenen scheibenförmigen Seitenteil 7a des Läuferaußengehäuses. Über die starre Verbindungseinrichtung 8a erfolgt auch eine Drehmomentübertragung. Auf der der Antriebsseite AS gegenüberliegenden, mit BS bezeichneten Betriebsseite, d.h. der Nicht-Antriebsseite, ist eine weitere Verbindungseinrichtung 8b zwischen dem Wick-

lungsträger 9 und einem scheibenförmigen Seitenteil 7b des Läuferaußengehäuses 7 angeordnet.

In Figur 1 ist ferner auf der antriebsabgewandten Seite BS
5 ein hohlzylindrischer Wellenteil 5b angedeutet, der an seiner dem Läuferaußengehäuse 7 zugewandten Seite mit dessen scheibenförmigem Seitenteil 7b starr verbunden ist. Über diesen in einem Lager 6 gelagerten Wellenteil erfolgt unter anderem eine Zufuhr eines erforderlichen Kühlmittels K zur Kühlung
10 der supraleitenden Wicklung 10 von außerhalb der Maschine. Ein den Wicklungsträger 9 mit der supraleitenden Wicklung 10 umschließendes Vakuum ist mit V bezeichnet. Dieses zur thermischen Isolation dienende Vakuum ist insbesondere zwischen dem warmen Läuferaußengehäuse 7 und dem kalten Wicklungsträger 9 vorhanden.
15

Erfnungsgemäß soll die z.B. in Nuten in den Wicklungsträger 9 eingebrachte Wicklung 10 von einem besonderen Fixierungs-
mittel 12 auf dem Träger 9 gegen Bewegungen unter Kraftein-
wirkung gesichert sein. Hierzu wird auf den Träger mit der
Wicklung eine rohrförmige, faserverstärkte Kunststoffbandage
13 in an sich bekannter Weise aufgebracht. Diese Bandage kann
zur Versteifung gegebenenfalls noch mit einem aushärtbaren
Kunststoff versehen sein. Ihre Außenkontur soll schon beim
20 Aufbringen oder nachträglich z.B. durch entsprechende Überar-
beitung eine sich wenigstens annähernd konisch verjüngende
Form erhalten, so dass sie sich in axialer Richtung gesehen
von einem kleineren Außendurchmesser D_1 auf einen größeren
Außendurchmesser D_2 erweitert. Die Erweiterung kann dabei in
25 axialer Richtung gesehen kontinuierlich oder auch abgestuft
geschehen. Auf diese Weise können von der Seite mit dem klei-
neren Außendurchmesser D_1 her bei der Montage des Läufers zu-
sätzliche Stütz- oder Sicherungsringe 14₁ über die Bandage 13
geschoben werden. Der Innendurchmesser der einzelnen Ringe
30 ist an den Außendurchmesser der Bandage an der Stelle, wo
sich der jeweilige Sicherungsring im montierten Zustand be-
finden soll, angepasst, um dort einen Kraftschluss zwischen
35

dem Ring und der Bandage zu erzeugen. Gegebenenfalls kann mit diesen Ringen an den betreffenden Stellen noch eine radiale Vorspannkraft auf die Bandage hervorgerufen werden. Die Sicherungsringe brauchen, wie in der Figur angedeutet ist,
5 nicht bündig aneinander zuliegen, sondern können je nach Anforderungen an die Steifigkeit auch untereinander beabstandet sein.

Figur 2 zeigt in vergrößerter Darstellung die Bandage 13 mit
10 drei Stützringen 14₁ bis 14₃. Einer größeren Anzahl entsprechender Ringe 14₁. Dabei ist aus Gründen der Verdeutlichung die Konizität der Bandage übertrieben stark veranschaulicht. Die Ringe bestehen aus einem insbesondere nicht-magnetischen Metall wie einem Edelstahl oder aus einem Kunststoff-Faser-
15 verbundmaterial. Ihre Querschnittsform braucht dabei, wie dargestellt, nicht unbedingt quadratisch zu sein. Auch rechteckige Querschnittsformen sind möglich, so dass die Ringe dann rohrstückartig oder reifenartig ausgebildet sind. Ebenso gut sind auch runde Querschnittsformen geeignet, die zudem
20 noch ein leichteres Überstreifen der Ringe über die Bandage ermöglichen.

Bei dem vorstehenden Ausführungsbeispiel wurde davon ausgegangen, dass die Konizität der Außenkontur der Bandage da-
25 durch erhalten wird, dass die Bandage von ihrer Außenseite entsprechend bearbeitet bzw. abgearbeitet wird. Selbstver- ständlich ist es auch möglich, die Außenseite des Trägerkör- pers mit der in ihm angeordneten Wicklung konisch zu gestal- ten und dann diese Außenseite mit einer Bandage zu versehen,
30 deren Dicke sich in axialer Richtung nicht ändert.

Selbstverständlich ist es auch möglich, eine Außenkontur des Fixierungsmittels in Form eines Doppel-Konus' einzuplanen. D.h., der Außendurchmesser des Fixierungsmittels würde sich
35 von einer Seite des Läufers her in axialer Richtung hin zur Läufermitte zunächst auf einen größeren Durchmesser erweitern und dann zur anderen Seite hin wieder abnehmen. In diesem

Falle würden dann die Sicherungsringe von beiden Seiten des Läufers her aufzubringen sein. Ein entsprechendes Ausführungsbeispiel einer noch nicht mit Sicherungsringen versehenen Bandage geht aus Figur 3 hervor. Die mit 15 bezeichnete Bandage erweitert sich von einer Seite mit einem Durchmesser D_1 zu Mitte hin auf einen Durchmesser D_2 und verjüngt sich wieder auf einen Durchmesser D_1' . Die seitlichen Durchmesser D_1 und D_1' brauchen dabei nicht gleich groß zu sein.

Patentansprüche

1. Elektrische Maschine mit einem um eine Rotationsachse drehbaren Läufer, der eine auf Tieftemperatur zu kühlende, insbesondere supraleitende Wicklung enthält, die von einem Fixierungsmittel mit einer Bandage umhüllt ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Fixierungsmittel (12) in axialer Richtung gesehen eine sich von einem kleineren (D_1, D_1') auf einen größeren Außendurchmesser (10) erweiternde Außenkontur seiner Bandage (13, 15) aufweist und die Bandage von mehreren hintereinander angeordneten Sicherungsringen (14i) mit jeweils dem Außendurchmesser der Außenkontur angepasstem Innendurchmesser kraftschlüssig umgeben ist.
2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Läufer (5) einen Polkern bildet, der die Wicklung (10) aufnimmt.
3. Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Bandage (13, 15) aus einem faserverstärkten Kunststoffband gewickelt ist.
4. Maschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zu der Bandage (13, 15) ein aushärtbarer Kunststoff vorgesehen ist.
5. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sicherungsringe (14i) aus einem faserverstärkten Kunststoff oder aus Metall bestehen.
6. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Außenkontur der Bandage (15) die Gestalt eines Doppel-Konus' mit sich jeweils nach den Läuferseiten hin verjüngendem Außendurchmesser aufweist.

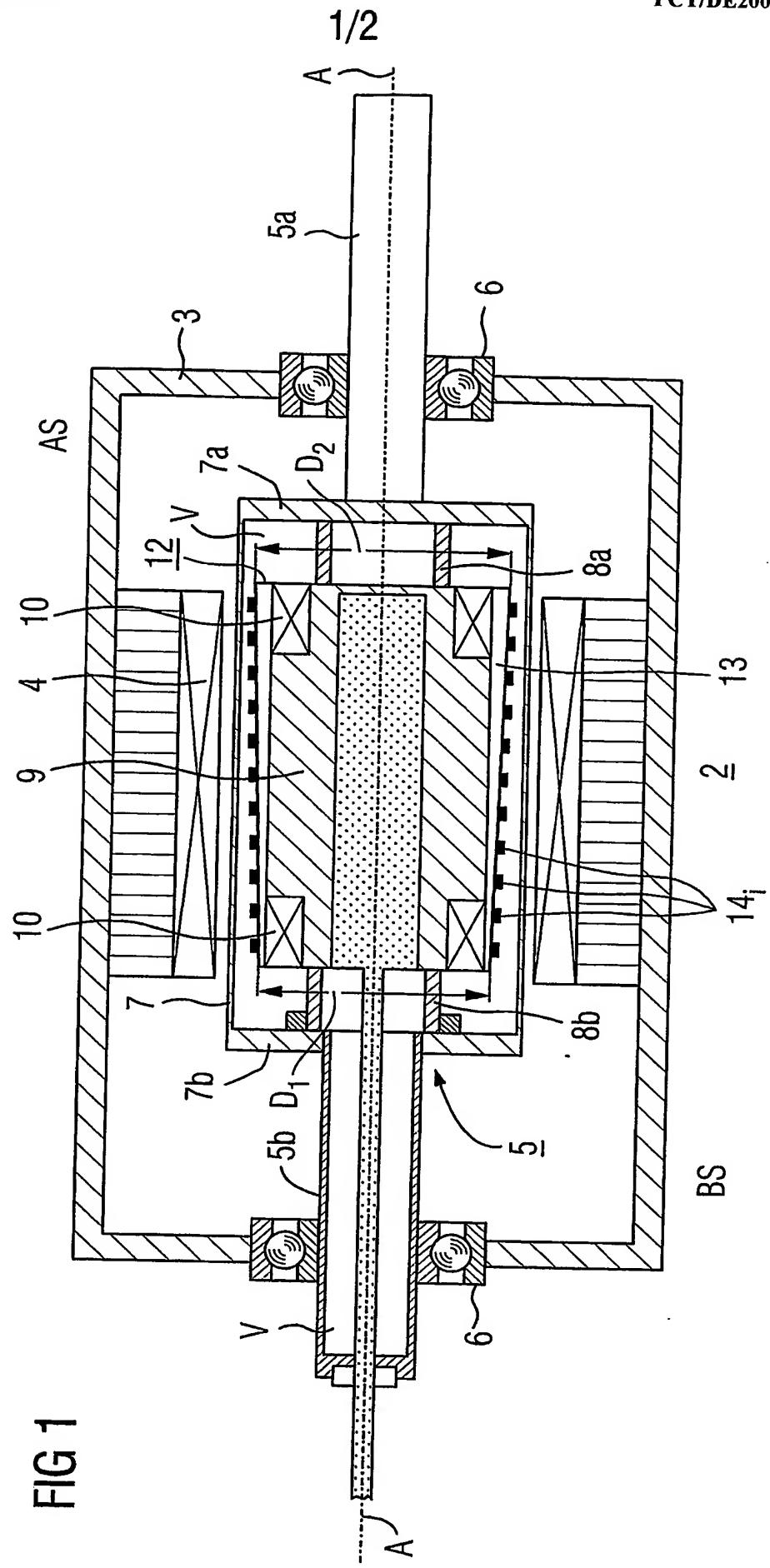
11

7. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die tiefge-
kühlte Wicklung (10) Hoch-T_c-Supraleitermaterial enthält.

5

8. Maschine nach Anspruch 7, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , dass die Wicklung (10) auf einem Tempera-
turniveau unter 77 K zu halten ist.

10



2/2

FIG 2

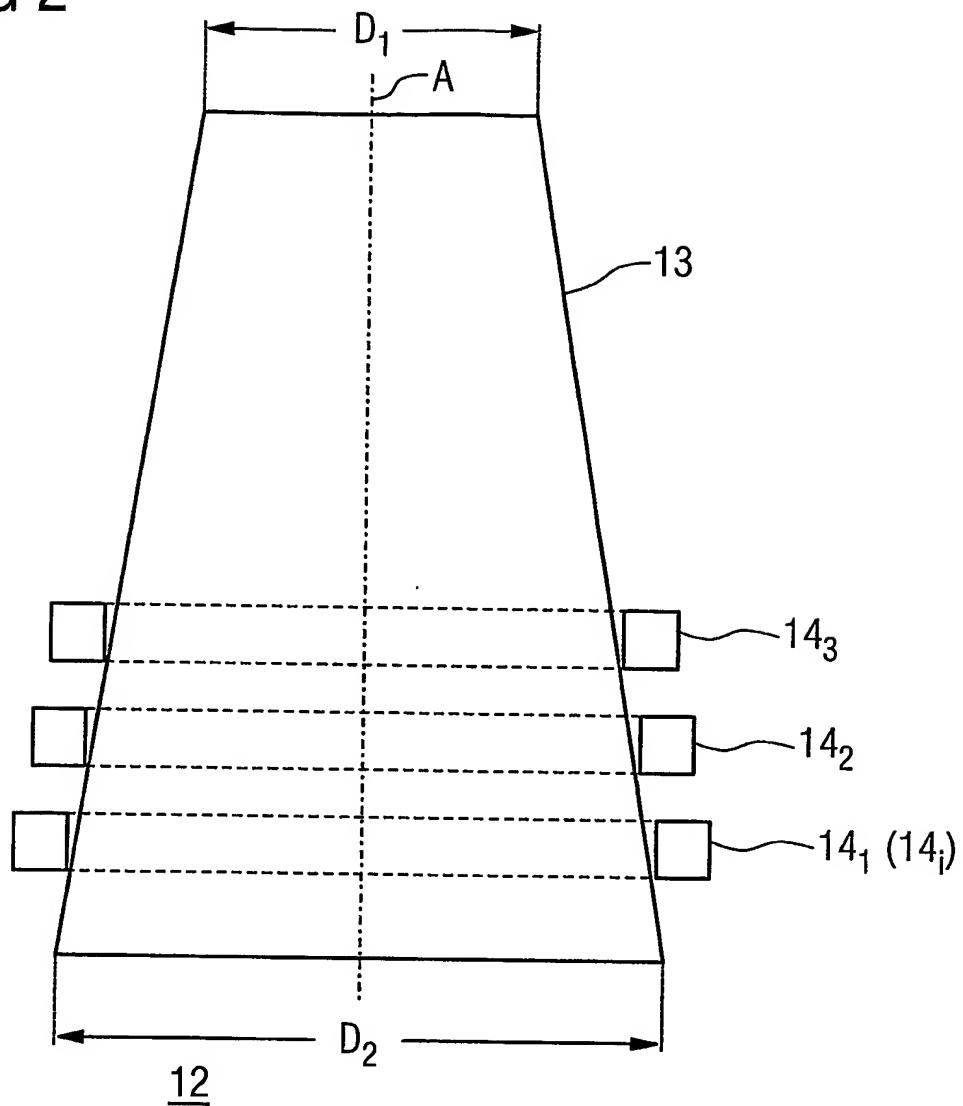
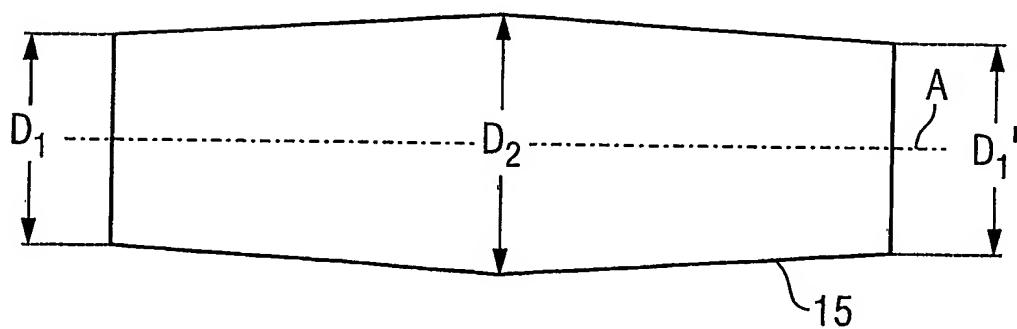


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/03858

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 H02K55/04 H02K3/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|----------|---|-----------------------|
| A | DE 199 43 783 A (SIEMENS AG) 29 March 2001 (2001-03-29) cited in the application abstract column 3, line 36 – column 4, line 24; figures 1-3 | 1 |
| A | GB 1 316 173 A (INTERNATIONAL RESEARCH & DEVELOPMENT COMPANY LIMITED) 9 May 1973 (1973-05-09) page 1, lines 23-39 page 1, line 72 – page 3, line 9; figures 1,2 | 1 |

Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 April 2004

Date of mailing of the international search report

27/04/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Beitner, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/03858

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1, no. 98 (E-41), 31 August 1977 (1977-08-31) -& JP 52 032503 A (HITACHI LTD), 11 March 1977 (1977-03-11) abstract; figures 1,2 ----- | 1 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 3, no. 5 (E-084), 18 January 1979 (1979-01-18) -& JP 53 132711 A (HITACHI LTD), 18 November 1978 (1978-11-18) abstract; figures 1,2 ----- | 1 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/03858

| Patent document cited in search report | Publication date | | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|----------|---------------------------|--------------------------|
| DE 19943783 | A 29-03-2001 | DE WO | 19943783 A1 0120756 A1 | 29-03-2001 22-03-2001 |
| GB 1316173 | A 09-05-1973 | | NONE | |
| JP 52032503 | A 11-03-1977 | | NONE | |
| JP 53132711 | A 18-11-1978 | | NONE | |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03858

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H02K55/04 H02K3/46

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H02K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | DE 199 43 783 A (SIEMENS AG) 29. März 2001 (2001-03-29) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 36 – Spalte 4, Zeile 24; Abbildungen 1-3 | 1 |
| A | GB 1 316 173 A (INTERNATIONAL RESEARCH & DEVELOPMENT COMPANY LIMITED) 9. Mai 1973 (1973-05-09) Seite 1, Zeilen 23-39 Seite 1, Zeile 72 – Seite 3, Zeile 9; Abbildungen 1,2 | 1 |
| | ----- -/- | |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

20. April 2004

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

27/04/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Beitner, M.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03858

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|-----------|---|--------------------|
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1, Nr. 98 (E-41), 31. August 1977 (1977-08-31) -& JP 52 032503 A (HITACHI LTD), 11. März 1977 (1977-03-11) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 ----- | 1 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 3, Nr. 5 (E-084), 18. Januar 1979 (1979-01-18) -& JP 53 132711 A (HITACHI LTD), 18. November 1978 (1978-11-18) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 ----- | 1 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Aktenzeichen

PCT/DE 03/03858

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|----------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| DE 19943783 | A 29-03-2001 | DE 19943783 A1 WO 0120756 A1 | 29-03-2001 22-03-2001 |
| GB 1316173 | A 09-05-1973 | KEINE | |
| JP 52032503 | A 11-03-1977 | KEINE | |
| JP 53132711 | A 18-11-1978 | KEINE | |